

(19) 대한민국특허청 (KR)  
 (12) 공개특허공보 (A)

(51) . Int. Cl. 7  
 H01L 21/027

(11) 공개번호 특2002 - 0060587  
 (43) 공개일자 2002년07월18일

(21) 출원번호 10 - 2002 - 0000890  
 (22) 출원일자 2002년01월08일

(30) 우선권주장 01300167.2 2001년01월10일 EP (EP)

(71) 출원인 에이에스엠엘 네델란드 비.브이.  
 네덜란드 엘 에이 벨드호펜 5503 데 룬 1110

(72) 발명자 코스터노르베르투스베네딕투스  
 네덜란드엔엘 - 2612케터델프트스틸레푸텐2  
 메르텐스바스티안마티아스  
 네덜란드엔엘 - 2517베페에스 - 그라펜하게스넬리우스스트라트90  
 렌더스마르티누스헨트리쿠스안토니우스  
 네덜란드엔엘 - 3039에알로테르담슈타트호우더스플라인29베  
 이바노프블라디미르비탈레비치  
 러시아117313모스크바가리발디스트리트4/2에이퍼피.54  
 코셀레프콘스탄틴니콜라에비치  
 러시아모스크바리존트로이트스크슈콜나야스트리트4  
 바니네파담예프젠에비치  
 네덜란드엔엘 - 5704엔케헬몬트니어스란2

(74) 대리인 송재권  
 김양오

심사청구 : 없음

(54) 리소그래피 투영장치, 디바이스 제조방법 및 그 디바이스

요약

투영빔과 함께 진행하는 오염입자가 이온화된다. 퍼지가스는 퍼지가스공급부의 상류에 제공된 게터플레이트를 향하여 끌어 당겨어질 수 있다. 자기장은 퍼지가스의 이온화를 향상시키기 위해서 이온화기에 의하여 생성된 전자를 트래핑한다. 폭보다 길이가 긴 튜브내에 플라즈마를 생성시킴으로써 오염입자가 이온화될 수 있다.

대표도  
 도 2

## 명세서

### 도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명에 따른 리소그래피 투영장치를 도시한 도면,
- 도 2는 제1실시예에서의 오염방지 배리어를 도시한 도면,
- 도 3은 본 발명의 제2실시예에 따른 오염방지 배리어를 도시한 도면,
- 도 4는 본 발명의 제3실시예를 도시한 도면,

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

#### 본 발명은

- 방사선의 투영빔을 공급하는 방사선시스템,
- 투영빔을 소정 패턴에 따라 패터닝하는 역할을 하는 패터닝수단을 지지하는 지지구조체,
- 기판을 잡아주는 기판테이블, 및
- 기판의 타겟부에 패터닝된 빔을 투영하는 투영시스템을 포함하여 이루어지는 리소그래피 투영장치에 관한 것이다.

"패터닝수단(patterning means)"이라는 용어는 기판의 타겟부에 형성되어야 할 패턴에 대응하는 패터닝된 단면을 입사하는 방사선빔에 부여하도록 사용될 수 있는 수단을 의미하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 하며, 본 명세서에서는 "광 밸브(light valve)"라는 용어로도 사용된다. 일반적으로, 상기 패턴은 집적회로 또는 기타 디바이스와 같이 타겟부에 형성될 디바이스 내의 특정 기능층에 해당할 것이다(이하 참조). 그러한 패터닝수단의 예로는 다음과 같은 것들이 포함된다.

- 마스크: 마스크의 개념은 리소그래피 분야에서 이미 잘 알려져 있고, 바이너리(binary)형, 교번 위상반전(alternating phase-shift)형 및 감쇠 위상반전형 마스크와 다양한 하이브리드 마스크 형식도 포함한다. 투영빔 내에 이러한 마스크가 놓이면, 마스크의 패턴에 따라 마스크에 입사되는 방사선의 선택적인 투과(투과 마스크의 경우) 또는 반사(반사 마스크의 경우)가 이루어진다. 마스크의 경우에, 상기 지지구조체는 일반적으로, 마스크가 입사하는 방사선빔 내의 소정 위치에 올 수 있게 하며 필요에 따라서는 빔에 대하여 이동될 수 있게 하는 마스크테이블일 것이다.

- 프로그래밍 가능한 거울배열: 이러한 장치의 예로는, 점탄성 제어 층(viscoelastic control layer)과 반사면을 구비한 매트릭스-어드레스블 표면이 있다. 이러한 장치의 기본원리는, (예를 들어) 반사면의 어드레스된 영역(addressed area)에서는 입사광이 회절광으로 반사되는 한편, 어드레스되지 않은 영역에서는 입사광이 비회절광으로 반사되는 것이다. 적절한 필터를 사용하면, 반사된 빔 중에서 상기 비회절광을 필터링하여 회절광만 남게 할 수 있다. 이러한 방식으로, 상기 빔은 상기 매트릭스-어드레스블 표면의 어드레스 패턴에 따라 패터닝된다. 프로그래밍 가능한 거울배열의

대안적인 실시예로서, 적당한 국부적인 전기장을 가하거나 압전작용수단을 사용함으로써 각각의 거울이 축을 중심으로 개별적으로 기울어질 수 있는 작은 거울들의 매트릭스 구성을 채택하는 것이다. 다시 말해, 상기 거울은 어드레스된 거울이 입사하는 방사선빔을 어드레스되지 않은 거울과는 다른 방향으로 반사시키도록 매트릭스 - 어드레스블한 것이다. 이러한 방식으로 반사된 빔은 매트릭스 - 어드레스블 거울의 어드레싱 패턴에 따라 패턴닝된다. 이때 요구되는 매트릭스 어드레싱은 적당한 전자수단을 사용하여 수행될 수 있다. 여기에 서술된 두 가지 상황 모두에서, 패턴닝수단은 1이상의 프로그래밍 가능한 거울배열을 포함할 수 있다. 여기에 언급된 거울배열에 관한 더 많은 정보는, 예를 들어 본 명세서에서 참고자료로 채용되고 있는 미국 특허 US 5,296,891호 및 US 5,523,193호, 그리고 PCT특허출원 WO 98/38597호 및 WO 98/33096호로부터 얻을 수 있다. 프로그래밍 가능한 거울배열의 경우에 상기 지지구조체는 예컨대, 필요에 따라 고정 또는 이동될 수 있는 프레임이나 테이블로 구현될 수 있다.

- 프로그래밍 가능한 LCD 배열. 이러한 구조의 일례는 본 명세서에서 참고 자료로 채용되고 있는 미국특허 US 5,229,872호에 개시되어 있다. 상기한 바와 마찬가지로, 이 경우에 있어서도 지지구조체는 예컨대, 필요에 따라 고정 또는 이동될 수 있는 프레임이나 테이블로 구현될 수 있다.

설명을 간단히 하기 위하여, 본 명세서의 나머지 부분 중 어느 곳에서는 그 자체가 마스크와 마스크테이블을 포함하는 예시적인 용어로서 지칭될 수도 있다. 하지만, 그러한 예시에서 논의된 일반적인 원리는 상술한 바와 같은 패턴닝수단의 광의의 개념으로 이해되어야 한다.

예를 들어, 리소그래피 투영장치는 집적회로(IC)의 제조에 사용될 수 있다. 이 경우에, 패턴닝수단은 IC의 각각의 층에 대응되는 회로 패턴을 생성할 수 있으며, 이 패턴은 방사선 감응재(레지스트)의 층으로 코팅된 기판(실리콘 웨이퍼)상의 타겟부(예를 들어, 1이상의 다이로 구성되는)에 묘화될 수 있다. 일반적으로 한 장의 웨이퍼는 인접한 타겟부들의 전체적인 네트워크를 가지고 있어, 이들 타겟부가 투영시스템을 통해 한번에 하나씩 연속적으로 조사된다. 현재 통용되는 장치에서, 마스크테이블상의 마스크에 의한 패턴닝을 채택하는 데에는, 두 가지의 서로 다른 형식의 기계로 구분될 수 있다. 일 형태의 리소그래피 투영장치에서는 타겟부상에 전체 마스크 패턴을 한번에 노광함으로써 각 타겟부가 조사되는데, 이러한 장치를 통상 웨이퍼 스테퍼(wafer stepper)라고 한다. 통상, 스텝 - 앤드 - 스캔 장치(step - and - scan apparatus)라고 불리워지는 대체 장치에서는 투영빔 하에서 소정의 기준 방향("스캐닝" 방향)으로 마스크 패턴을 점진적으로 스캐닝하는 한편, 상기 스캐닝 방향과 같은 방향 또는 반대 방향으로 기판을 동기화 시켜 스캐닝함으로써 각 타겟부가 조사된다. 일반적으로 투영시스템은 배율 인자(magnification factor)  $M$  (일반적으로  $< 1$ )을 가지므로 기판테이블이 스캐닝되는 속도( $V$ )는 마스크테이블이 스캐닝되는 속도의 인자  $M$ 배가 된다. 여기에 서술된 리소그래피 장치와 관련된 보다 상세한 정보는 본 명세서에서 참고자료로 채용되고 있는 US 6,046,792호에서 찾을 수 있다.

리소그래피 투영장치를 사용하는 제조공정에서, (마스크의) 패턴은 방사선 감응재(레지스트)의 층이 최소한의 부분에라도 도포된 기판상에 묘화된다. 이 묘화 단계에 앞서, 기판은 전처리(priming), 레지스트 코팅 및 소프트 베이킹과 같은 여러가지 과정을 거칠 수 있다. 노광 후에는, 노광후 베이킹(PEB), 현상, 하드 베이킹 및 묘화된 피쳐의 측정/검사와 같은 또 다른 과정을 거치게 된다. 이러한 일련의 과정은, 예를 들어 IC와 같은 디바이스의 각각의 층을 패턴닝하는 기초로서 사용된다. 그런 다음 이렇게 패턴닝된 층은 에칭, 이온주입(도핑), 금속화, 산화, 화학 - 기계적 연마 등과 같은, 각각의 층을 마무리기 위한 여러 공정을 거친다. 여러 개의 층이 요구된다면, 새로운 층마다 전체 공정 또는 그것의 변형된 공정이 반복되어야만 할 것이다. 그 결과로, 기판(웨이퍼)상에는 디바이스의 배열이 존재하게 될 것이다. 이들 디바이스는 다이싱 또는 소잉 등의 기술에 의하여 서로 분리되고, 이들 각각의 디바이스는 캐리어에 장착되고 핀 등에 접속될 수 있다. 이와 같은 공정에 관한 추가 정보는 예를 들어, "Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing (3판, Peter van Zant 저, McGraw Hill출판사, 1997, ISBN 0 - 07 - 067250 - 4)" 으로부터 얻을 수 있으며, 본 명세서에서 참고자료로 채용된다.

설명을 간단히 하기 위하여, 상기 투영시스템은 이후에 "렌즈" 라고 언급될 것이다. 하지만 이 용어는 예를 들어, 굴절

광학, 반사광학 및 카타디옵트릭 (catadioptric) 시스템을 포함한 다양한 형태의 투영시스템을 내포하는 것으로서 폭 넓게 해석되어야 한다. 또한 상기 방사선시스템은 방사선 투영빔의 지향, 성형 또는 제어를 위한 임의의 설계방식에 따라 작동하는 구성요소를 포함할 수 있고, 이후의 설명에서는 이러한 구성요소들을 집합적으로 또는 개별적으로 "렌즈"라고 언급할 것이다. 나아가, 상기 리소그래피 장치는 2이상의 기관테이블(및/또는 2이상의 마스크) 테이블을 구비하는 형태가 될 수도 있다. 이러한 "복수 스테이지" 장치에서는, 추가 테이블이 병행으로 사용될 수 있으며, 1이상의 스테이지가 노광에 사용되고 있는 동안, 1이상의 다른 스테이지에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다. 예를 들어, US 5,969,441호 및 WO 98/40791호에는 듀얼스테이지(dual stage) 리소그래피 장치가 개시되어 있으며, 본 명세서에서 참조된다.

리소그래피 장치에서 기관에 묘화될 수 있는 최소배선폭(the size of feature)은 투영 방사선의 파장에 의하여 제한을 받는다. 디바이스의 밀도가 더 높아지고 따라서 동작 속도가 더 빠른 집적회로를 생산하기 위해서는, 더 작은 피처를 묘화시킬 수 있는 기술이 요구된다. 최근의 리소그래피 투영장치는 수은 램프에 의하여 생성된 자외선이나 엑시머 레이저를 사용하는 한편, 13nm 근방의 더 짧은 파장의 방사선을 사용하는 것도 제안되어 왔다. 이러한 방사선은 극자외선(EUV) 또는 소프트 X-레이라고 하며, 가능한 소스에는 예를 들어 레이저생성 플라즈마원, 방전플라즈마원, 또는 일렉트론스토리지링으로부터의 싱크로트론 방사선이 있다.

일부 극자외선원, 특히 플라즈마원은 상당한 양의 오염분자, 이온 및 기타(빠른) 입자를 방출한다. 그러한 입자들이 방사원의 하류에 있는, 또는 장치의 더 하류에 있는 조명시스템에 도달하게 되면, 민감한 반사기 또는 기타 요소에 손상을 줄 수 있고 광학기의 표면 위에 흡수층을 생성하게 될 수 있다. 그러한 손상 및 생성층은 빔 세기의 바람직하지 않은 손실을 가져와 필요 노광시간을 연장시키고 따라서 기계 스루풋을 감소시키는 바, 이를 제거하거나 회복시키기가 어려울 수 있다. 오염 입자가 조명시스템에 도달하는 것을 막기 위해서, 방사선시스템으로의 출구나 조명시스템으로의 입구에 물리적인 배리어나 윈도우를 제공하는 것이 제안되어 왔다. 하지만, 이러한 윈도우 자체도 오염 입자로부터 손상을 입거나 흡수층을 생성하기 쉽다. 또한, 대부분의 물질은 리소그래피용으로 제안된 파장의 극자외선을 흡수하기 때문에 아무리 새롭고 청결한 윈도우도 어느 비울 만큼의 빔 에너지를 흡수하고 스루풋을 감소시킬 것이다. 이 흡수는 윈도우에 열응력(thermal stress)을 유발할 수 있고 심지어 윈도우의 파손으로 이어진다.

EP-A-0 957 402호에는 투영시스템의 최종 솔리드면과 기관의 사이에 위치한 중공 튜브를 사용하여 레지스트로부터 방출된 입자가 투영렌즈상에 디포짓되는 것을 막기 위해서 기관을 향하여 흐르는 가스가 분출되는 오염방지 배리어가 개시되어 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 예컨대, 방사원에 의하여 생성된 바람직하지 않은 오염물을 제거하기 위해서 리소그래피 투영장치에서 사용될 수 있는 개선된 오염방지 배리어를 제공하는 것이다.

#### 발명의 구성 및 작용

이 목적 및 기타 목적은 본 발명에 따라 서두에 서술된 바와 같은 리소그래피 장치로서, 상기 투영빔이 지나가는 영역에 제공된 가스를 이온화하는 이온화수단을 포함하는 오염방지 배리어가 특징적인 리소그래피 장치에서 달성된다.

이온화수단은 예를 들어, 용량성 또는 유도성 RF 방전이나 ac 방전으로 생성된 플라즈마 또는 전자원(electron source)일 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 이온화수단의 상류(본 명세서에서 상류 및 하류라는 용어는 문장에서 다르게 요구하고

있지 않는 한 투영빔의 전파방향에 대한 방향을 지칭하는 것으로 쓰인다)에는 게터플레이트(getter plate)가 제공된다. 이온화된 가스와 오염물은 음으로 하전된 게터플레이트에 흡착되고, 따라서 오염물의 제거가 한층 강화된다. 예컨대 이러한 오염물은 투영빔을 형성하는 소정 방사선과 더불어 방사원에 의하여 방출된 이온 및 하전 입자일 수 있다. 마그네틱 트랩을 마련하여 퍼지가스 공급부의 하류에 있는 자유전자를 트래핑함으로써 이온화효과를 향상시킬 수 있다.

또 다른 바람직한 실시예에서는 생성된 플라즈마가 폭보다 훨씬 긴 길이를 갖는 튜브에 채워져 있게 된다. 플라즈마에서 생성된 이온은 전자보다 훨씬 더 큰 질량을 갖기 때문에, 그 온도가 전자의 온도보다 더 낮아지게 된다. 입자의 확산 속도는 그 온도에 좌우되기 때문에 전자는 플라즈마의 밖으로 급속히 확산하게 된다. 그 안에 플라즈마가 채워져 있는 튜브의 길이 대 폭의 비로 인하여 전자는 튜브의 끝을 향하기 보다는 튜브의 벽을 향하여 이동하기가 더 쉽다. 플라즈마 체적내에서 전자의 결핍은 전자분극을 만들어 방사원의 이온과 플라즈마의 이온 모두가 플라즈마의 밖으로 튜브의 벽을 향하는 전자를 따르게 되고 트래핑된다. 따라서 이 앰비폴라(ambipolar) 확산은 투영빔으로부터 오염물의 제거를 돕는다. 따라서 오염방지 배리어는 조명시스템과 투영시스템의 민감한 광학기를 방사원에 의하여 방출된 입자로부터 효과적으로 보호할 수 있다.

본 발명의 또 다른 실시예에서는 상기 장치가 투영빔이 지나는 영역에 퍼지가스의 흐름을 발생시키기 위한 가스공급수단을 더욱 포함하며, 상기 퍼지가스 흐름은 실질적으로 투영의 전파방향에 반대 방향으로 향하게 된다. 오염방지 배리어에서의 가스 흐름이 빔의 전파방향과는 대체로 반대이므로, 상기 퍼지가스는 오염물이 투영빔과 함께 진행하는 것을 효과적으로 저지한다.

본 발명의 오염방지 배리어는 상기 서술된 EP-A-0 957 402호의 오염방지 배리어와 함께도 유리하게 사용될 수 있다.

본 발명의 다른 형태에 따르면,

- 최소한 부분적으로나마 방사선감응재의 층으로 덮인 기판을 제공하는 단계와,
- 방사선시스템을 사용하여 방사선의 투영빔을 제공하는 단계와,
- 투영빔의 단면에 패턴을 부여하도록 패터닝수단을 사용하는 단계와,
- 방사선감응재의 층의 타겟부에 방사선의 패터닝된 빔을 투영하는 단계를 포함하며,

투영빔이 지나는 영역에 있는 가스를 이온화하는 단계를 특징으로 하는 디바이스 제조방법이 제공된다.

본 발명에 따른 방법 및 장치를 사용함에 있어 본 명세서에서는 집적회로의 제조에 대해서만 언급하였으나, 이러한 장치가 그 밖에도 다른 가능한 응용례를 가지고 있음은 명백히 이해되어야 한다. 예를 들어, 상기 장치는 집적광학시스템, 자기영역메모리용 유도 및 검출 패턴, 액정표시패널, 박막자기헤드 등의 제조에도 이용될 수 있다. 당업자라면, 전술한 기타 응용분야들을 고려할 때, 본 명세서에서 사용된 "레티클", "웨이퍼" 또는 "다이"와 같은 용어가 "마스크", "기판" 및 "타겟부" 등과 같은 좀 더 일반적인 용어로 각각 대체될 수 있음이 이해될 것이다.

본 명세서에서, "방사선" 및 "빔"이라는 용어는 자외선(예컨대, 365, 248, 193, 157 또는 126nm의 파장을 가진) 및 EUV(극자외선, 예컨대 5-20nm 범위의 파장을 가진)를 포함하는 모든 종류의 전자기 방사선을 포괄하는 것으로 사용된다.

첨부된 개략적인 도면을 참고로 단지 예시의 일환으로서 본 발명의 실시예를 서술한다.

## 제1실시에

도 1은 본 발명의 특정 실시예에 따른 리소그래피 투영장치를 개략적으로 도시한 도면이다. 상기 장치는,

- 방사선(예를 들어, EUV 방사선)의 투영빔(PB)을 공급하는 방사선시스템(LA, IL), 특별한 경우에는 여기에 방사원(LA)도 포함;
- 마스크(MA)(예를 들어, 레티클)를 잡아주는 마스크 홀더를 구비하며, 아이템(PL)에 대하여 마스크를 정확히 위치시키는 제1위치설정수단(PM)에 연결된 제1대물테이블(마스크테이블)(MT);
- 기판(W)(예를 들어, 레지스트가 코팅된 실리콘 웨이퍼)을 잡아주는 기판 홀더를 구비하며, 아이템(PL)에 대하여 기판을 정확히 위치시키는 제2위치설정수단(PW)에 연결된 제2대물테이블(기판테이블)(WT); 및
- 기판(W)의 타겟부(C)(예를 들어, 1이상의 다이를 포함)에 마스크(MA)의 조사된 부분을 묘화시키는 투영시스템("렌즈")(PL)(예를 들어, 굴절, 카타디옵트릭 또는 반사 시스템)을 포함하여 이루어진다.

도시된 바와 같이, 상기 장치는(예를 들어, 반사마스크를 구비한) 반사형(reflective type)이다. 하지만, 일반적으로는, 예를 들어(투과마스크를 구비한) 투과형일 수도 있다. 대안적으로는, 상기 장치는 위에서 언급한 바와 같은 형태의 프로그래밍 가능한 거울배열과 같은 그 밖의 다른 종류의 패터닝수단을 채용할 수도 있다.

방사원(LA)(예를 들어, 레이저생성 플라즈마원, 방전 플라즈마원, 또는 싱크로트론이나 스토리지 링내 전자빔의 경로 주변에 제공된 위글러나 언듈레이터)은 방사선의 빔을 만든다. 상기 빔은 곧바로 조명시스템(일루미네이터)(IL)에 들어 가거나, 예를 들어 빔 익스펜더(Ex)와 같은 컨디셔닝 수단을 거친 다음에 조명시스템으로 들어간다. 상기 일루미네이터(IL)는 빔에서 세기 분포의 외측 및/또는 내측 반지름 범위(통상 각각  $\sigma$  - 외측 및  $\sigma$  - 내측이라 함)를 설정하는 조정수단(AM)을 포함하여 이루어진다. 또한 그것은 일반적으로 인티그레이터(IN) 및 콘덴서(CO)와 같은 그 밖의 다른 다양한 구성요소들을 포함하고 있다. 이러한 방식으로, 마스크(MA)에 입사되는 빔(PB)은 그 단면에 소정의 균일성과 세기 분포를 갖게 된다.

도 1과 관련하여, 상기 방사원(LA)은 리소그래피 투영장치의 하우징내에 놓이지만(흔히 방사원(LA)이 예를 들어, 수은램프인 경우에서처럼), 그것이 리소그래피 투영장치로부터 멀리 떨어져 있어서 그것이 만들어 낸 방사빔이(가령, 적당한 지향거울에 의하여) 장치 내부로 들어오게 할 수도 있다. 방사원(LA)이 엑시머 레이저인 경우에는 후자 쪽이 쉽다. 본 발명과 청구범위는 이러한 두 경우를 모두 포괄하고 있다.

이후, 상기 빔(PB)은 마스크테이블(MT)상에 잡혀있는 마스크(MA)를 통과한다. 마스크(MA)를 통과한 빔(PB)은 렌즈(PL)를 통과하여 기판(W)의 타겟부(C)위에 빔(PB)의 초점을 맞춘다. 제2위치설정수단(PW)(및 간접계 측정수단(IF))에 의하여, 기판테이블(WT)은, 예를 들어 빔(PB)의 경로내에 상이한 타겟부(C)를 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제1위치설정수단(PM)은 예를 들어, 마스크 라이브러리로부터 마스크(MA)를 기계적으로 회수한 후에, 또는 스캐닝하는 동안, 빔(PB)의 경로에 대하여 마스크(MA)를 정확히 위치시키도록 사용될 수 있다. 일반적으로 대물테이블(MT, WT)의 이동은, 도 1에 명확히 도시되지는 않았지만, 긴 행정 모듈(long stroke module)(개략 위치설정) 및 짧은 행정 모듈(미세 위치설정)의 도움을 받아 행해질 것이다. 하지만, (스텝-앤드-스캔 장치와는 대조적으로) 웨이퍼 스테퍼의 경우에는 마스크테이블(MT)은 단행정 액추에이터에 단지 연결되어 있거나 고정되어 있을 수도 있다.

상술한 장치는 다음의 두가지 상이한 모드로 사용될 수 있다.

- 스텝 모드에서는, 마스크테이블(MT)은 기본적으로 정지상태로 유지되며, 전체 마스크 이미지는 한번에(즉, 단일 "섬광"으로) 타겟부(C)에 투영된다. 이후 기판 테이블(WT)이 x 및/또는 y 방향으로 쉬프트되어 다른 타겟부(C)가 빔(PB)에 의하여 조사될 수 있다.

- 스캔 모드에서는, 소정 목표영역(C)이 단일 "섬광"으로 노광되지 않는 것을 제외하고는 동일한 시나리오가 적용된다. 그 대신에, 마스크 테이블(MT)이 v의 속도로 소정 방향(소위 "스캐닝 방향", 예를 들어 y 방향)으로 이동 가능해서, 투영빔(PB)이 마스크 이미지의 모든 부분을 스캐닝하도록 되고, 동시에 기판 테이블(WT)은 속도  $V=Mv$ 로, 동일 방향 또는 그 반대 방향으로 동시에 이동하며, 이 때 M은 렌즈(PL)의 배율(통상  $M=1/4$  또는  $M=1/5$ )이다. 이러한 방식으로, 해상도를 떨어뜨리지 않고도 비교적 넓은 타겟부(C)가 노광될 수 있다.

방사원(LA), 조명시스템(IL) 및 투영시스템(PL)은 투영빔의 방사선에 투명한(transparent) 가스로 배기되거나 플러싱(flushed)되는 각각의 분실("박스")내에 담길 수 있다. 투영빔은 상이한 분실들 사이에서 그들의 벽에 있는 개구부를 통하여 통과한다. 방사원(LA)으로부터 조명시스템(IL)까지 투영빔(PB)이 통과하는 구성은 도 2에 보다 상세히 도시되어 있다.

소정 방사선의 투영빔(PB) 뿐만 아니라, 방사원(LA)내에 있는 방출원(10)도 오염 입자(11)의 빔을 방출하고, 방전 플라즈마원이나 레이저생성 플라즈마원이 사용되는 경우에는 더욱 그러하다. 투영빔(PB)이 방사원(LA)으로부터 조명시스템(IL)까지 통과하게 하도록 방사원(LA)과 조명시스템(IL)의 분실에는 정렬된 어퍼처가 마련된다. 불가피하게 오염입자 빔(11)이 투영빔(PB)과 함께 진행하는데 그것이 조명시스템(IL)으로 들어오는 것은 막아야 한다. 이를 위하여, 투영빔(PB)내에서 허용하는 어퍼처 주변으로 조명시스템(IL)의 분실의 벽(12)으로부터 튜브(130)가 나와 있다.

튜브(130)는 가스로 채워져 있으며 조명시스템 분실(12)내의 어퍼처를 둘러싼다. 조명시스템 분실(12)은 투영빔(PB)의 흡수를 줄이기 위해서 배기(evacuate)된다. 튜브(130)의 하류 끝(즉, 조명시스템(IL)의 가까이)에는 이온화수단, 예를 들어 전자원(132)이 제공된다.

전자원(132)에서 방출된 전자는 가스와 모든 오염입자를 이온화한다. 그러면 양으로 하전된 이온과 입자(150)는 음으로 하전된 포집판(133)에 의하여 끌어당겨져 가스가 조명시스템 분실(12)로부터 바깥 쪽으로 흘러 효과적인 가스 배리어를 만들게 된다.

포집판(133)의 상류에는 양으로 하전된 반발판(135)이 제공되어 포집판(133)을 지나친 모든 이온 또는 하전 입자(151)를 반발시켜 그 뒤의 포집판(133)으로 향하게 한다.

포집판(133)과 반발판(135)을 전자원(132)에 대하여 적절한 전위로 하전시키기에 적당한 전압원(134, 136)이 제공된다. 정확한 전위는 투영빔(PB)에 수반된 오염입자의 비율 및 속도와 같은 인수뿐만 아니라 장치의 크기에도 의존한다. 예를 들어, 전자원(132)은 대략 +100V의 전위로, 포집판은 대략 -1kV로, 반발판은 +1kV로 되게 할 수 있다.

가스의 이온화를 향상시키기 위해서, 튜브(130)의 깨끗한(조명시스템) 쪽에 코일(137)로 형성된 마그네틱 트랩이 제공될 수 있다. 코일(137)은 입자 트랩의 깨끗한 쪽을 향하여 이동하는 모든 가스의 이온화를 증가시키는 자유전자를 트래핑하는 자기장을 생성한다. 그러면 이온화된 가스는 뒤 쪽 포집판(133)을 향하여 끌어 당겨지고 가스의 역류를 유도한다. 전자의 트래핑을 수월하게 하도록 전자원(132)보다 약간 높은, 예를 들어 130V의 전위가 제공될 수도 있다. 방사원(10)에서 방출된 음으로 하전된 입자도 전자 트랩에 트래핑될 것이며 가스의 이온화에 기여할 것이다. 이에 따라 조명시스템내의 광학 요소, 예를 들어 거울(MR)상의 손상 및 디포지션을 막아준다.

이온화된 가스는 방사원의 작동 또는 그 밖의 어떤 이유로 하여 주어질 수도 있고 상기 목적을 위해 공급수단(14)을 거쳐 공급될 수도 있다.

## 제2실시예

본 발명의 제2실시예는 오염물을 제거하는 데 사용된 앰비폴라 확산 및 플라즈마를 발생시키는 데 따라 가스가 이온화되는 것을 제외하고는 제1실시예와 유사하다. 도 3은 도 2에 도시된 이온화수단을 대체하는, 플라즈마를 발생시키는 구성을 도시한다.

본 실시예에서는, 예를 들어 용량성(capacitively) 또는 유도성(inductively) 결합된 RF 방전이나 예컨대, 10kHz - 20MHz의 주파수 범위에 있는 a/c 방전을 사용하는 플라즈마 발생수단(51)에 의하여 0족가스(noble gas)의 플라즈마(56)가 발생된다. 플라즈마(56)에서 전자 에너지는 바람직하게는 10 - 20eV이거나, 고 레벨 준안정 상태에 있는 매우 높은 농도의 전자가 있어야 한다. 플라즈마(56)에서 그 밖의 가스가 사용될 수도 있지만, 0족가스가 바람직하며 특히 He 및 Ar은 효과적인 이온화를 제공한다.

도 3에 도시된 바와 같이, 플라즈마(56)는 폭(D)보다 긴 길이(L)를 갖는 튜브(52) 내에 있다. 높은 온도로 인하여 전자는 급속히 확산하며 튜브(52)의 벽에 트래핑된다. 따라서 전자결핍 플라즈마와 튜브(52)의 전자풍부 벽간에 전하분극이 생성되어, 플라즈마(56) 내에 잔류한 이온이 튜브(52)의 벽으로 끌어당겨지고 투영빔(PB)으로부터 벗어나게 한다. 따라서, 생성된 플라즈마(56)는 예를 들어, 오염물 흐름에 존재하는 Li 및 기타 금속과 같은 모든 오염물을 효과적으로 이온화시킨 다음, 상술한 바와 같이 튜브(52)의 벽을 향하여 우세하게 매우 효과적으로 확산한다.

제2실시예의 플라즈마 이온기와 함께 제1실시예의 게터플레이트 및 반발판이 사용될 수는 있지만 필수적이지는 않다. 즉, 오염물을 제거하는 데에는 앰비폴라 확산으로 충분할 수 있다.

## 제3실시예

본 발명의 제3실시예는 아래에 서술되는 것을 제외하면 본 발명의 제1실시예나 제2실시예와 동일할 수 있는데, 여기서는 조명시스템을 향하는 오염물 흐름을 저지하기 위해서 퍼지가스를 흐르게 한다.

퍼지가스 공급부(14)는 튜브(13)의 내벽에 있는 출구(도시되지 않음)로 깨끗한 드라이 퍼지가스를 공급하여 튜브 아래로 방사원(LA)을 향하는 퍼지가스의 흐름(15)을 형성한다. 퍼지가스는 예를 들어, 순수 불활성가스나 0족가스, 또는 투영빔의 방사선에 대한 최소의 흡수계수를 갖는 그러한 가스들의 혼합물일 수 있다.

퍼지가스 흐름(15)은 오염입자 빔(110의 입자들을 지나면서 휩쓸어 버리고, 그것들을 조명시스템(IL)으로부터 멀어지게 한다. 방사원(LA)과 조명시스템(IL)의 사이에서 투영빔(PB)의 어느 한 쪽에는 배출시스템(16)이 마련되어 퍼지가스와 반출된(entrained) 오염입자를 제거한다. 배출시스템(16)내의 진공펌프는 충분한 속도로 퍼지가스를 추출하여, 투영빔이 지나가는 영역내의 가스압력을 퍼지가스 흐름이 오염입자를 휩쓸며 추출하기에 충분하면서 투영빔의 바람직하지 않은 감쇠를 피할 만큼 낮게 유지시킨다. 상기 배출시스템(16)은 방사원 챔버의 부분이거나 거기에 장착될 수도 있고 따로 분리될 수도 있다. 이렇게 하여 더 효과적인 오염방지 배리어가 형성된다.

상기 실시예에서 입자 트랩이라고 칭할 수도 있는 오염방지 배리어가 조명시스템(IL)과 방사원(LA)의 분실들 사이에도 도시되어 있지만, 택일적으로 또는 추가로 조명시스템(IL)과 투영시스템(PL)의 사이에, 일루미네이터의 개별 분실들 사이, 레지스트 가스방출로 인한 잔해를 경감시키도록 기판과 투영시스템의 사이에, 또는 리소그래피장치내의 임의의 "오염" 환경과 "청정" 환경의 사이에 입자 트랩이 놓일 수 있다.

이상 본 발명의 특정 실시예가 서술되었지만, 본 발명이 서술된 바와 다르게도 실시될 수도 있다. 상기 서술은 본 발명을 한정하지려는 것이 아니다.



## 발명의 효과

본 발명에 따르면, 방사원에 의하여 생성된 바람직하지 않은 오염물을 제거하기 위해서 리소그래피 투영장치에서 사용될 수 있는 개선된 오염방지 배리어가 제공된다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

기판상에 마스크의 마스크 패턴을 묘화하기 위한 리소그래피 투영장치에 있어서,

방사선의 투영빔을 공급하도록 구성되고 배치된 조명시스템,

마스크를 잡아주도록 구성된 제1대물테이블,

기판을 잡아주도록 구성된 제2대물테이블, 및

기판의 타겟부에 마스크의 조사된 부분을 묘화하도록 구성되고 배치된 투영시스템을 포함하며,

상기 투영빔이 지나는 영역에 제공된 가스를 이온화시키는 이온화수단을 포함하는 오염방지 배리어를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

#### 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 이온화수단은 전자원을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

#### 청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 이온화수단은 폭보다 길이가 긴 튜브내에 채워질 플라즈마를 생성하도록 구성되고 배치되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

#### 청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 플라즈마는 용량성 또는 유도성 RF 방전이나 a/c 방전에 의하여 생성되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

#### 청구항 5.

제3항 또는 제4항에 있어서,

10 내지 20eV 범위의 전자 에너지로 플라즈마가 생성되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

#### 청구항 6.

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 오염방지 배리어는 게터플레이트, 및 상기 게터플레이트를 상기 이온화수단에 대하여 음으로 하전시키는 전압원을 더욱 포함하고, 상기 게터플레이트는 상기 투영빔의 전파방향에 대하여 상기 이온화수단의 상류에 위치되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 7.

제6항에 있어서,

상기 오염방지 배리어는 상기 투영빔의 전파방향에 대하여 상기 게터플레이트의 상류에 위치되는 반발판, 및 상기 반발판을 상기 게터플레이트에 대하여 양으로 하전시키는 제2전압원을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 8.

제6항 또는 제7항에 있어서,

상기 오염방지 배리어는 자유전자를 트래핑하는 자기장을 발생시키는 자기장발생수단을 더욱 포함하고, 상기 자기장발생수단은 상기 투영빔의 전파 방향에 대하여 상기 이온화수단의 하류에 위치되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 9.

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스는 0족가스인 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 10.

제9항에 있어서,

상기 0족가스는 He 또는 Ar인 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 11.

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 오염방지 배리어는 상기 투영빔의 상기 조명시스템으로의 입구에 위치되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 12.

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 오염방지 배리어는 상기 조명시스템과 상기 투영시스템의 사이에 위치되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 13.

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 오염방지 배리어는 상기 제2대물테이블과 상기 투영시스템의 사이에 위치되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 14.

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 오염방지 배리어는 상기 투영빔이 지나는 상기 영역내에 상기 가스의 흐름을 제공하도록 구성되고 배치되는 가스 공급수단을 더욱 포함하며, 상기 가스 흐름은 실질적으로 오염입자의 전파방향에 반대인 방향을 향하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 15.

제14항에 있어서,

상기 오염방지 배리어는 상기 투영빔이 지나는 상기 영역을 둘러싸며 사용시 상기 가스공급수단이 가스를 공급하게 되는 도관, 및 상기 투영빔의 전파 방향에 대하여 상기 가스공급수단의 상류에 위치되며 상기 투영빔이 지나는 상기 영역으로부터 상기 퍼지가스를 제거하는 배출수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 16.

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

레이저생성 플라즈마원 또는 방전 플라즈마원을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 17.

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 투영빔은 예를 들어, 8 내지 20nm, 특히 9 내지 16nm 범위의 파장을 갖는 극자외선으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 18.

방사선의 투영빔을 공급하도록 구성되고 배치된 조명시스템,

마스크를 잡아주도록 구성된 제1대물테이블,

기판을 잡아주도록 구성된 제2대물테이블, 및

기판의 타겟부에 마스크의 조사된 부분을 묘화하도록 구성되고 배치된 투영시스템을 포함하는 리소그래피 투영장치를 사용하는 디바이스 제조방법에 있어서,

상기 제1대물테이블에 패턴을 가진 마스크를 제공하는 단계,

상기 제2대물테이블에 적어도 부분적으로 에너지감응재의 층으로 덮인 기판을 제공하는 단계,

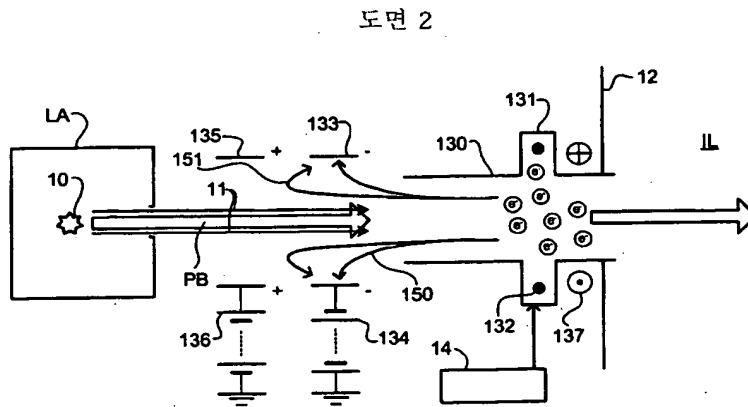
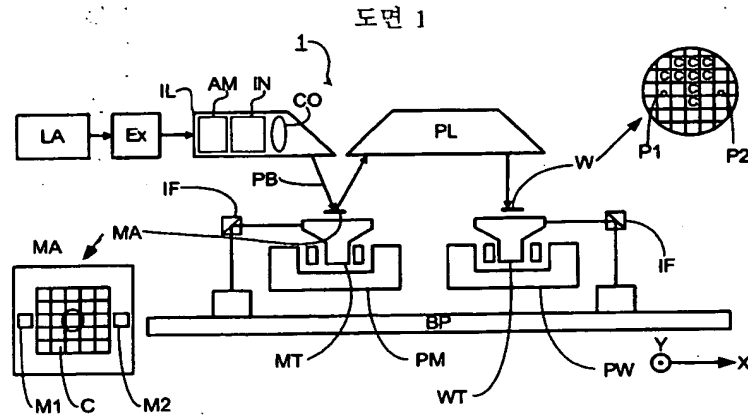
마스크의 일부를 조사하고 상기 기판의 상기 타겟부상에 상기 마스크의 상기 조사된 부분을 묘화하는 단계를 포함하며,

상기 투영빔이 지나가는 영역내에 있는 가스를 이온화하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법.

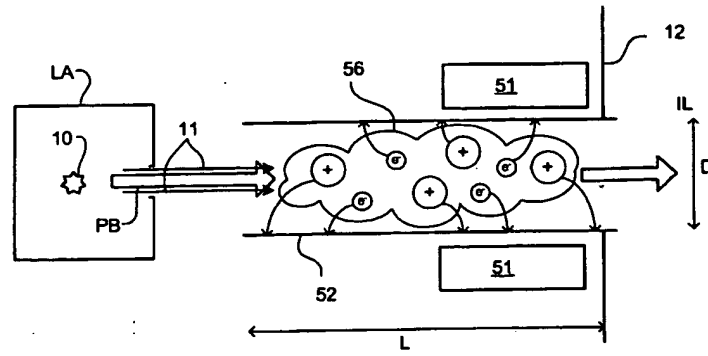
청구항 19.

제18항에 따른 방법으로 제조된 디바이스.

도면



도면 3



도면 4

